



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 32 15 248.5  
②② Anmeldetag: 23. 4. 82  
④③ Offenlegungstag: 27. 10. 83

DE 32 15 248 A 1

⑦① Anmelder:  
Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

⑦② Erfinder:  
Ludwig, Bernhard, 4000 Düsseldorf, DE

2 2 DEC. 1983

Pat. Amt Düsseldorf

⑤④ Wasser-Kühlvorrichtung für Bleche und Bänder

Wasserkühlvorrichtung für Bleche und Bänder mit über die Länge der Kühlstrecke verteilten Wasserkästen mit quer zur Bewegungsrichtung des Kühlgutes angeordneten Schlitzdüsen zur Erzeugung von geschlossenen Wasservorhängen mit möglichst laminarer Störung. Um bei großen Fallhöhen einen kohärenten Wasservorhang und eine große Benutzungsbreite im Auftreffbereich zu erhalten, werden die Schlitzdüsen so gestaltet, daß durch Querschnittsverminderung ein Druckabfall und damit eine Herabsetzung der Ausströmgeschwindigkeit eingestellt wird. Die Düsen-Längswände konvergieren zumindest auf einen Teil ihrer Höhe, oder sie verlaufen parallel, wenn im Bereich des Düsen-Einlasses eine Drosselstelle eingerichtet ist. Es ist durch Druckverlust eine Austrittsgeschwindigkeit von nur etwa 1,4 m/s erreichbar. Zur Beruhigung der Wasser-Zuströmung zu den Düsen sind zusätzlich die Wasserkästen mit Drosselstellen in Gestalt von Lochblechen im aufsteigenden Strom vorgesehen worden.

(32 15 248)

BAD ORIGINAL

Patentansprüche

- 1 1. Vorrichtung zur Erzeugung eines geschlossenen Wasser-  
vorhanges zur Kühlung von bewegten Blechen und Bändern,  
bei der ein oder mehrere jeweils mit Zuläufen verbundene  
und über die gesamte Länge einer Kühlstrecke verteilte  
5 Wasserkästen mit je einer quer zur Bewegungsrichtung des  
Kühlgutes angeordneten Schlitzdüse versehen sind, aus  
der das zwischen Längswänden geführte Kühlwasser konti-  
nuierlich im freien Fall mit möglichst laminarer Strö-  
mung austritt,  
10 dadurch gekennzeichnet, daß mindestens im Bereich des  
Düsen-Einlasses (E) oder auf einem Teil der Fallhöhe  
der Wasserströmung durch Querschnittserweiterung ein  
Druckabfall und damit eine Herabsetzung der Ausström-  
geschwindigkeit eingestellt ist, und daß der Düsen-  
15 Einlaß gleich oder kleiner als der Düsen-Auslaß (A),  
aber so groß ist, wie es die gewünschte ausfließende  
Zeitmenge erfordert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
20 die Düsen-Längswände (2a) der Schlitzdüse (2) parallel  
zueinander verlaufen und über dem Düsen-Einlaß (E) eine  
den Wasserzulauf zum Einlaß verengende Drosselstelle,  
z. B. ein Rundstab (17), vorgesehen ist.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Düsen-Längswände (2a) der Schlitzdüse (2) einen di-  
vergierenden, den Auslaß (A) gegenüber dem Einlaß (E)  
vergrößernden Verlauf aufweisen.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß  
auch die Düsenquerwände divergieren.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3 dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Düsen-Längswände (2a) im Bereich des  
35 Düsen-Einlassen (E) scharfkantig ausgebildet sind.

- 1 6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Schlitz-  
düse (2) aufnehmenden Wasserkästen (1) vom Bereich ober-  
halb des Düsen-Einlasses (E) quer zur Längserstreckung  
5 der Schlitzdüse beiderseits seitlich abfallende Dach-  
wandungen (4) besitzen, und daß an jedem Wasserkasten  
mindestens eine Wasser-Zulaufkammer (6) angeschossen  
ist, aus der das Wasser über ein waagerecht angeordnete  
Lochblech (8) als zusätzliche Drosselstelle auf-  
10 steigend in den Wasserkasten eintritt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen  
rohrförmigen Wasservorlagebehälter (12) als Wasserkasten  
mit über seine Länge verteilten waagerechten Anschlüssen  
15 (13), die in die Wasser-Zulaufkammer (6) oberhalb des  
Lochbleches (8) einmünden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch  
zwei beiderseits der Schlitzdüse (2) angeordnete Wasser-  
20 Zulaufkammern (6) mit je einer waagerecht unterhalb des  
Lochbleches (8) angeordneten und parallel zur Schlitz-  
düse gerichteten Einspeisung (5).

25

30

35

## Wasser-Kühlvorrichtung für Bleche und Bänder

- 1 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines geschlossenen Wasservorhanges zur Kühlung von bewegten Blechen und Bändern, bei der ein oder mehrere jeweils mit  
5 Zuläufen verbundene und über die gesamte Länge einer Kühlstrecke verteilte Wasserkästen mit je einer quer zur Bewegungsrichtung des Kühlgutes angeordneten Schlitzdüse versehen sind, aus der das zwischen Längswänden geführte Kühlwasser kontinuierlich im freien Fall und mit möglichst laminarer Strömung austritt.
- 10 Für die Forderung an die Wasserausbringung gilt, daß die Strömung innerhalb des Wasservorhanges so laminar wie möglich sein soll, was zur Stabilität, Homogenität und Verbesserung der Kühlwirkung beiträgt. Hierzu ist es bekannt,  
15 eine oder mehrere über die gesamte Breite des Kühlgutes reichende Rechteck-Schlitzdüse vorzusehen, deren Längswände schwenkbar sind, so daß eine stufenlose Anpassung der Kühlwasserströmung an die jeweiligen Betriebsbedingungen möglich ist. Die Verstellung erfolgt hierbei so, daß die Längs-  
20 wände stark konvergierend zueinander gepaart sind und die Austrittsöffnung für das Kühlwasser gegenüber der Eintrittsöffnung somit immer verengt ist. Bei nicht verstellbaren Längswänden sind diese zur Verengung der Austrittsöffnung kreisbogenförmig profiliert bzw. konkav gewölbt, und zur  
25 Unterstützung des Effektes ist bei der bekannten Wasserkühl-
- BAD ORIGINAL**

- 2 -  
- 4 -

1 vorrichtung noch vorgesehen, daß keilförmige Schieber mit konvex-konkavem Profil in den Düsenschlitz eingreifen (DE-PS 22 35 063).

5 Weiterhin ist es zum Zuführen eines geschlossenen und kontinuierlich aus großer Höhe auf das Kühlgut auftreffenden Wasservorhanges bekannt (DE-OS 28 04 982), in einer Rechteck-Schlitzdüse, deren Einlaßöffnung ebenfalls eine wesentlich größere Querschnittsfläche aufweist als die Auslaß-  
10 öffnung, zur Verstärkung der Konvergenz noch zusätzlich siebartige Einbauten mit einer Vielzahl von benachbarten konvergierenden Kanälen in die Düse einzusetzen.

Die vorstehend aufgezeigten Konzepte mit konvergierenden  
15 Schlitzdüsen zur Verminderung von Turbulenzen am Düsenaustritt verursachen teilweise hohe Fertigungskosten und sind in der Praxis nur mit großem Aufwand zu realisieren.

Die Erfindung geht davon aus, daß das Kühlwasser wie bekannt mittels Rechteck-Schlitzdüsen im freien Fall auf das  
20 Kühlgut aufzubringen ist. Der im Querschnitt rechteckige Wasservorhang ist dabei mit seiner Längsseite so breit wie das Kühlgut. Demgegenüber ist die Schmalseite in der Dimensionierung abhängig von der Kühlaufgabe, d. h. ob die  
25 Kühleffektivität oder die Kühlintensität Vorrang haben soll. Andererseits muß die Schmalseite des Rechtecks am Austritt so groß wie möglich sein, um nach erfolgter Einschnürung infolge des Kontinuitätsgesetzes und der Fallhöhe noch eine möglichst große Benetzungsbreite zu erhalten. Dies deshalb,  
30 weil <sup>bei</sup> der Kühlung mittels Wasservorhängen in die Berechnung der Kühlwirkung nicht nur die ausfließende Zeitmenge des Kühlwassers, sondern auch die Benetzungsbreite eingeht. Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die Forderung an die Wasserausbringung, daß der Wasservorhang bei der geringstmöglichen  
35 ausfließenden Zeitmenge im Auftragsbereich so breit wie möglich sein soll, womit die Benetzungsbreite optimiert wird.

1 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wasserkühl-  
vorrichtung der Gattung dahingehend weiterzuentwickeln, daß  
ein kohaerenter Wasservorhang und eine große Benetzungsbreite  
bei großen Fallhöhen unter Verzicht auf verstell- bzw. ver-  
5 schwenkbare Wandteile der Rechteck-Schlitzdüsen, oder deren  
Profilierung oder sonstige Einsätze erhalten wird. Die Lö-  
sung dieser Aufgabe besteht gemäß der Erfindung darin, daß  
mindestens im Bereich des Düsen-Einlasses oder auf einem Teil  
der Fallhöhe der Wasserströmung durch Querschnittserweite-  
10 rung ein Druckabfall und damit eine Herabsetzung der Aus-  
strömungsgeschwindigkeit eingestellt ist, und daß der Düsen-  
Einlaß gleich oder kleiner als der Düsen-Auslaß, aber so  
groß ist, wie es die gewünschte ausfließende Zeitmenge er-  
fordert.

15 Die erfindungsgemäß Abkehr von dem konvergierenden Verlauf  
von Düsen-Längswänden beruht auf folgenden Überlegungen:  
Von wesentlicher Bedeutung für die Wasserausbringung ist  
bei vorgegebener Schlitzdüsenbreite die Strömungs- bzw.  
20 Austrittsgeschwindigkeit des Kühlwassers, wobei die Zeit-  
menge des austretenden Wassers regelbar sein kann. Auf-  
grund von Versuchen hat es sich gezeigt, daß - eine kon-  
stante Schlitzbreite vorausgesetzt - bei großen Geschwin-  
digkeiten starke Turbulenzen auftreten, bei kleinen Ge-  
25 schwindigkeiten hingegen der Wasservorhang instabil und  
die Einschnürung zu groß, d. h. die Benetzungsbreite klein  
wird. Es wurde nun gefunden, daß eine angemessen niedrige  
Austrittsgeschwindigkeit mit zumindest quasi laminarer Aus-  
flußströmung, die auf jeden Fall einen kohaerenten Wasser-  
30 vorhang ermöglicht, erhalten werden kann, wenn ein Teil der  
strömungstechnisch erforderlichen Mindestdruckhöhe - ge-  
messen vom Düsen-Einlaß bis zum Düsen-Auslaß - durch  
Drosselung als Druckverlust vernichtet wird. Zweckmäßig  
wird ein derartiger Druckverlust eingestellt, daß sich eine  
35 Austrittsgeschwindigkeit von 1,4 m/s ergibt, womit die  
besten Wasservorhänge ohne die Gefahr des Abreißens er-  
BAD ORIGINAL den können.

- 4 -  
- 6 -

- 1 Der Druckabfall im Sinne der Erfindung kann auf verschie-  
dene Art und Weise erhalten werden. Eine Möglichkeit be-  
steht darin, daß die Düsen-Längswände der Schlitzdüse  
parallel zueinander verlaufen und über dem Düsen-Einlaß  
5 eine in Wasserzulauf zum Einlaß verengende Drosselstelle,  
z. B. ein Rundstab, vorgesehen ist. Fernerhin können die  
Düsen-Längswände der Schlitzdüse einen divergierenden, den  
Auslaß gegenüber dem Einlaß vergrößernden Verlauf aufwei-  
sen, wobei auch die Düsenquerwände divergieren können.
- 10 Ein zusätzlicher Druckabfall ergibt sich, wenn die Düsen-  
Längswände im Bereich des Düsen-Einlasses scharfkantig  
ausgebildet sind. Alle diese einfachen Maßnahmen ersetzen  
den bisherigen Aufwand zusätzlicher apparativer Maßnahmen,  
wie beispielsweise die Schwenkbarkeit der Düsen-Längswände,  
15 um zu einem kohaerenten Wasservorhang mit großer Benetzungs-  
breite zu gelangen.

Zur Erfindung gehören auch Maßnahmen zur Beruhigung des  
Wasserzulaufes vor dem Düsen-Einlaß, da eine möglichst  
20 laminare Strömung innerhalb der Düse Vorbedingung für die  
Erzeugung eines kohaerenten Wasservorhanges ist. Diese Maß-  
nahmen sind in den Patentansprüchen 6 - 8 angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung  
25 dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 die vereinfachte Darstellung einer Rechteck-  
Schlitzdüse mit parallelen Längswänden,
- 30 Fig. 2 eine Schlitzdüse mit divergierenden Längswänden,
- Fig. 3 eine Schlitzdüse mit zum Teil parallelen und  
im unteren Teil divergierenden Längswänden,
- 35 Fig. 4 einen teilweisen Querschnitt durch eine erste  
Ausführungsform eines Wasserkastens mit einer  
Rechteck-Schlitzdüse nach Fig. 2,

- 5 -

- 7 -

1 Fig. 5 eine Draufsicht von Fig. 4,

Fig. 6 einen teilweisen Querschnitt durch eine zweite  
Ausführungsform des Wasserkastens, und

5

Fig. 7 eine Draufsicht von Fig. 6.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Schlitzdüse mit parallelen  
Seitenwänden ist über dem Düsen-Einlaß E ein waagrecht ver-  
10 laufender Rundstab 17 in einem derartigen Abstand von dem  
Einlaß angeordnet, daß sich zwei Drosselspalte S ergeben,  
hinter denen sich durch Querschnittserweiterung ein Druckab-  
fall innerhalb des durch die Düse strömenden Wassers ein-  
stellt. Der gleiche Effekt ergibt sich, wenn die Düsen-Längs-  
15 wände 2a nach Fig. 2 über die gesamte Düsenhöhe oder nach  
Fig. 3 nur über einen Teil der Düsenhöhe divergierend ver-  
laufen. Wenn beispielsweise die gesamte Fallhöhe H gemäß  
Fig. 3 aus strömungstechnischen Gründen mit 0,45 m ange-  
nommen und eine Austrittsgeschwindigkeit  $V_o$  von 1,4 m/s ge-  
20 wünscht ist, so errechnet sich der erforderliche Druckver-  
lust  $\Delta h$  als Höhe des divergierenden Verlaufes der Längs-  
wände wie folgt:

$$v_o = \sqrt{2 g (H - \Delta h)}$$

25

$$\Delta h = H - \frac{v_o^2}{2g}; \quad \text{für } H = 0,45 \text{ m und}$$

$$v_o = 1,4 \text{ m/s}$$

30

$$\Delta h = 0,45 - \frac{1,4^2}{2g} = 0,35 \text{ m}$$

Der in Fig. 1 insgesamt mit 1 bezeichnete Wasserkasten trägt  
mittig eine Rechteck-Schlitzdüse 2, so daß dem Düsen-Ein-  
laß E das Wasser von allen Seiten gleichermaßen zuläuft.

35



- 8 -

1 Die Schlitzdüse 2 besteht aus zwei über die gesamte Breite  
des nicht dargestellten Kühlgutes reichenden Längswänden 2a,  
die im Bereich des Düsen-Einlasses E scharfkantig ausge-  
bildet sind. Die Längswände 2a sind leicht auswechselbar und  
5 derart divergierend zueinander angeordnet, daß der Einlaß E  
kleiner als der Auslaß A ist. Die nicht dargestellten Düsen-  
Querwände können ebenfalls divergierend ausgeführt sein,  
was bewirken soll, daß die Längsseite des Wasservorhanges  
beim Auftreffen auf das Kühlgut annähernd gleich der Längs-  
10 seite der Schlitzdüse am Auslaß A ist.

Der Wasserkasten 1 hat vom Bereich oberhalb des Düsen-Ein-  
lasses E quer zur Längserstreckung der Schlitzdüse beider-  
seits seitlich abfallende Dachwandungen 4, so daß über der  
15 Düse nur ein relativ geringer Freiraum vorhanden ist, der  
schnell aufgefüllt bzw. geleert ist, was kurze Vor- und  
Nachlaufzeiten gewährleistet. Zu beiden Seiten ist an den  
Wasserkasten 1 eine Wasser-Zulaufkammer 6 angeschlossen,  
aus der das Wasser über je ein waagerecht angeordnetes  
20 Lochblech 8 als zusätzliche Drosselstelle aufsteigend in  
den Wasserkasten eintritt. In die Zulaufkammern 6 strömt  
das Wasser waagerecht über Einspeisungen 5 ein, und zwar  
nach Fig. 5 einseitig. Die Einspeisung des Wassers in die  
Zulaufkammern 6 kann jedoch auch mit Vorteil von zwei  
25 gegenüberliegenden Seiten aus im Gegenstrom erfolgen.  
Mit zunehmender Auffüllung der Zulaufkammern 6 steigt  
der Wasserstand und gelangt über die zwischen den Flanschen  
7 eingesetzte Lochbleche 8 bis in den eigentlichen Wasser-  
kasten 1 und füllt diesen aus. Die Lochbleche sind nach  
30 dem Lösen eines Blindflansches 9 zugänglich und können  
leicht gereinigt werden. In Fig. 4 ist erkennbar, daß die  
mit einem Blindflansch 9 verschlossene Durchgangsbohrung  
9a für ein Lochblech 8 oberhalb der Durchgangsöffnung 5a  
einer jeden Einspeisung 5 angeordnet ist.

35

- 7 - 9 .

1 Durch die Gestaltung des Wasserkastens samt Zulauf nach  
Fig. 4 und 5 wird schon in der Einlaufphase auf das Wasser  
ein beruhigender Einfluß ausgeübt, wobei die Lochbleche  
die durch die waagerechte Wassereinspeisung hervorgerufe-  
5 nen horizontalen Strömungskomponenten weitgehend elimi-  
nieren, so daß am Düsen-Einlaß keine horizontalen Strö-  
mungsstörungen aus Verteilungsströmung auftreten. Der  
große Weg zwischen den drosselnden Lochblechen 8 und dem  
Düsen-Einlaß E begünstigt eine weitere Beruhigung des  
10 Wassers.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 und 7 ist der  
Wasserkasten als rohrförmiger Wasservorlagebehälter 12  
ausgebildet. Auch hierbei liegen oberhalb des Düsen-Ein-  
15 lasses E der Schlitzdüse 2 beiderseits seitlich ab-  
fallende Dachwandungen vor, durch die der Wasserüberstand  
über dem Einlaß E reduziert ist. Das Wasser tritt über eine  
Einspeisung 5 in eine seitliche Wasser-Zulaufkammer 6 ein,  
in der ein Lochblech 8 zwischen Flanschen 7 eingespannt an-  
20 geordnet ist. Das Wasser tritt nun nicht wie beim Aus-  
führungsbeispiel nach Fig. 4 und 5 unmittelbar aus dem  
Raum oberhalb des Lochbleches 8 in den Wasservorlagebe-  
hälter 12 ein, sondern über waagerechte Anschlüsse 13,  
die über die Länge des rohrförmigen Wasservorlagebehäl-  
25 ters 12 verteilt sind und die in die Wasser-Zulaufkammer 6  
oberhalb des Lochbleches 8 einmünden. Die Wasser-Zulauf-  
kammer 6 ist mit den Anschlüssen 13 über Flansche 14, 15  
mit dem Wasservorlagebehälter 12 des Wasserkastens 1 ver-  
bunden. Die Aufteilung des Wasserzulaufes zum Wasservor-  
30 lagebehälter 12 durch mehrere waagerechte Anschlüsse 13  
bewirkt eine zusätzliche Beruhigung des zuströmenden  
Wassers. Es empfiehlt sich, pro Meter Wasserkastenlänge  
drei Anschlüsse 13 vorzusehen, um die Längsströmung in  
der unterhalb des Lochbleches angeordneten und parallel  
35 zur Schlitzdüse 2 gerichteten Einspeisung 5 zu eliminieren.

- 1 Es empfiehlt sich, bei großen Breiten des Kühlgutes bei Wasser-Zulaufkammern 6 zu beiden Seiten des Wasservorlagebehälters 12 angeordnet, weshalb dieser mit diametralen Anschlußflanschen 15 versehen ist.

5

- Die Kühlvorrichtung gemäß der Erfindung kann überall dort eingesetzt werden, wo bewegtes Flachmaterial gekühlt werden soll, z. B. vor und zwischen den Fertiggerüsten einer Warmbandstraße, hinter der Fertigstraße sowie bei der Blech-
- 10 kühlung an den verschiedenen Stellen im Produktionsbereich eines Blechwalzwerkes zu Erzielung eines bestimmten Gefüges im Rahmen einer Wärmebehandlung. Zur optimalen Ausnutzung des Wassers ist es dabei sinnvoll, unterschiedlichen Ausflußströmen auch unterschiedliche Schlitzbreiten
- 15 der Düsen zuzuordnen. Hierdurch lassen sich beispielsweise in einer Warmbandstraße gewünschte Temperatursprünge pro Wasserkasten erreichen, womit sich eine Feinkühlzone darstellen läßt, wie sie in modernen Auslaufrollgangskühlungen erforderlich ist.
- 20 Was das Flächenverhältnis zwischen Düsen-Einlaß E und Düsen-Auslaß A anbelangt, so ist ein Verhältniswert von 1 : 2 empfehlenswert, jedenfalls bis zu einer Schlitzbreite am Einlaß von 10 - 12 mm.

25

30

35

Fig. 6

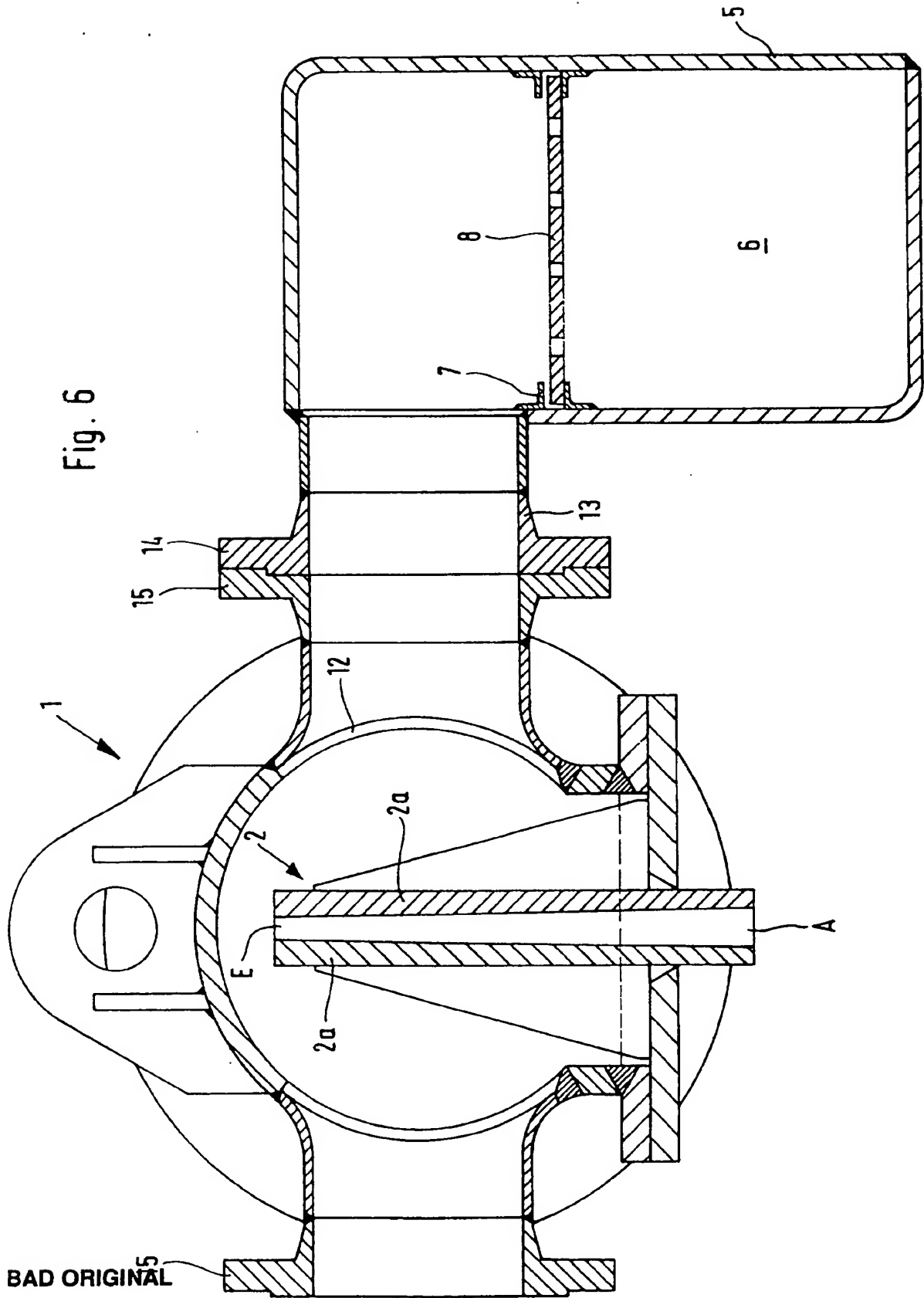
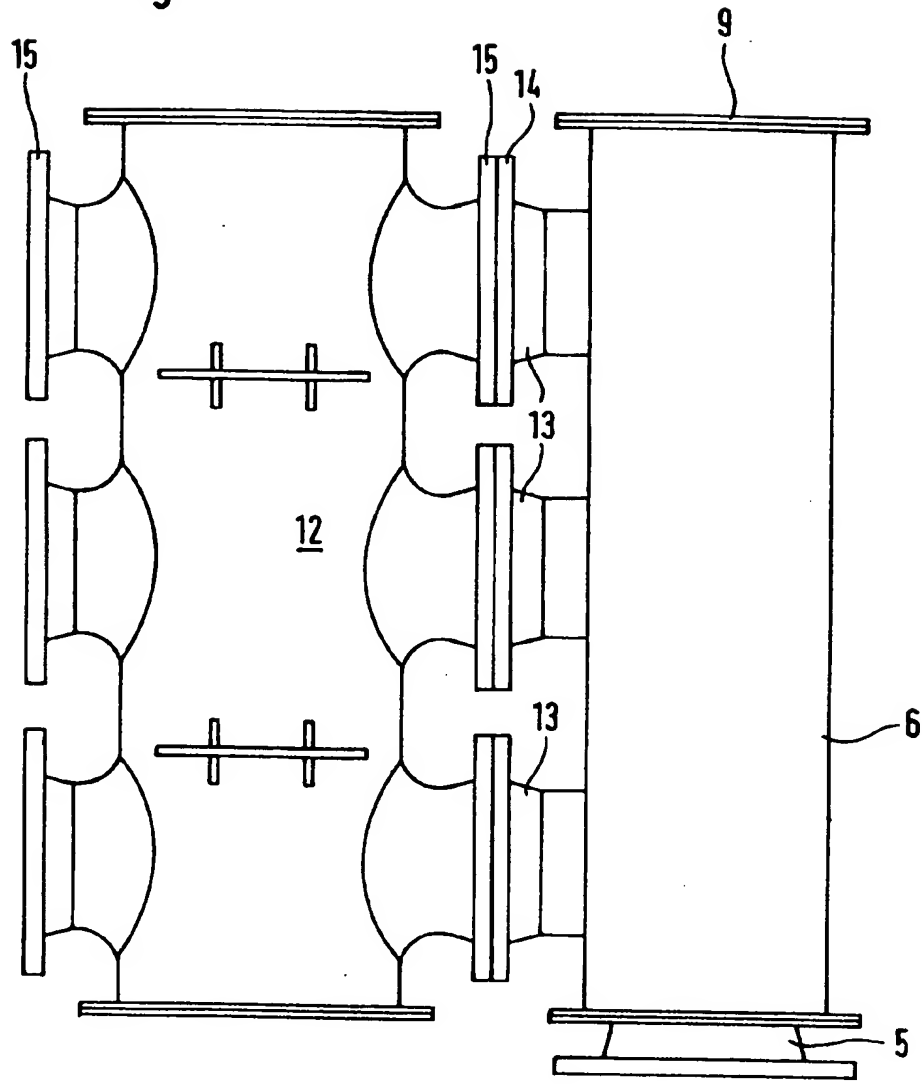


Fig. 7



3215248

- 13 -

Nummer: 3215248  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: B21B 45/02  
 Anmeldetag: 23. April 1982  
 Offenlegungstag: 27. Oktober 1983

